

6MV X선에서 振子角에 따른 最大線量中心과 運動中心의 移動에 關한 研究

梨花大學病院 治療放射線科
李浩洙 · 李秉俊 · 李亮基

I. 序 論

최근 방사선 치료장치의 발달에 따른 線量計劃도 다양화되고 ... 특히 固定照射法에서 滿足하지 못한 점을 運動照射法에 의한 治療方法이 研究 발표되어 왔으나 그 장치의 구조와 기능상의 程度에 따라 그대로 利用할 수 없는 難點이 存在하여 본 저자들은 6MV X선에 의한 각 Field size와 振子角에 따른 運動中心과 最大線量中心의 移動關係를 판톰과 컴퓨터를 利用하여 線量分布圖를 測定하여 效果의인 治療方法을 確立하였다.

II. 測定方法

각 전자각에 따른 線量分布圖를 測定하기 위한 판톰은 인체모형과 비슷한 두께 20cm 폭 30cm인 Acryle 판톰 사이에 T-L5 Film을 挿入하고 조절나사로 밀착시켜 Field size 5×5cm²와 10×10cm²에서 振子角은 60° 120° 180° 240° 300° 그리고 360° 의 각각 다른 狀態下에서 相異한 Linac-gram을 얻었으며 (Fig.1)

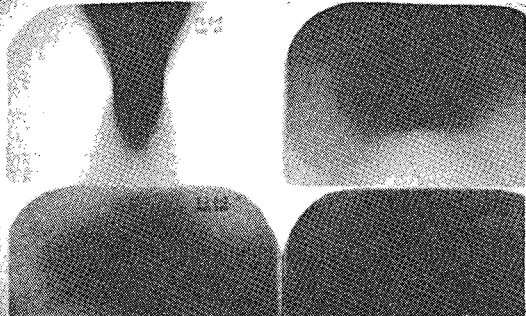


Fig.1 Examples of Linac-gram at the angles of 60° 240° 300° and 360° in field size 5×5cm² (SAD:80cm)

Photodensitometer 를 利用하여 각 전자각에 따라 모양이 다른 等量曲線을 얻었고 (Fig.2)

이때 회전운동 중심은 판톰의 中心에 두었으며 SAD는 80cm로 하였고 Film Dosimetry 에 의한 等量曲線과 Computer 에 의한 等量曲線을 比較하기 爲하여 각 전자각과 field size 에 따른 等量曲線을 컴퓨터를 利用하여 그림 3과 같이 Plotter 하였다.

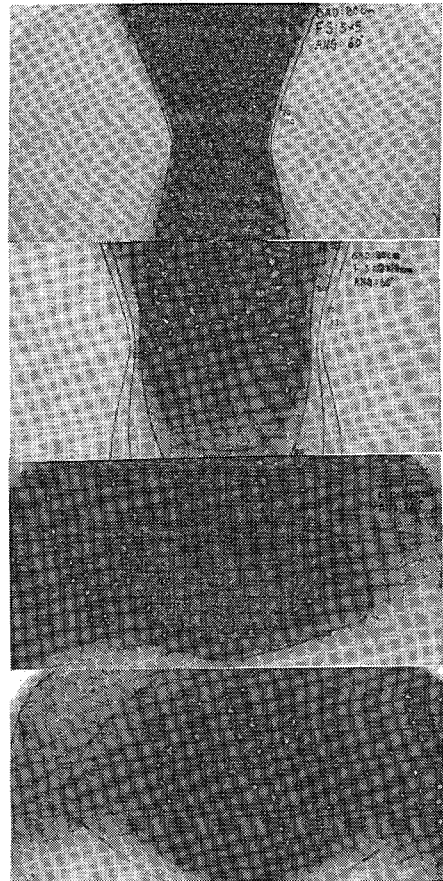


Fig.2. Isodose curves of Rotating irradiation for phantom by film dosimetry

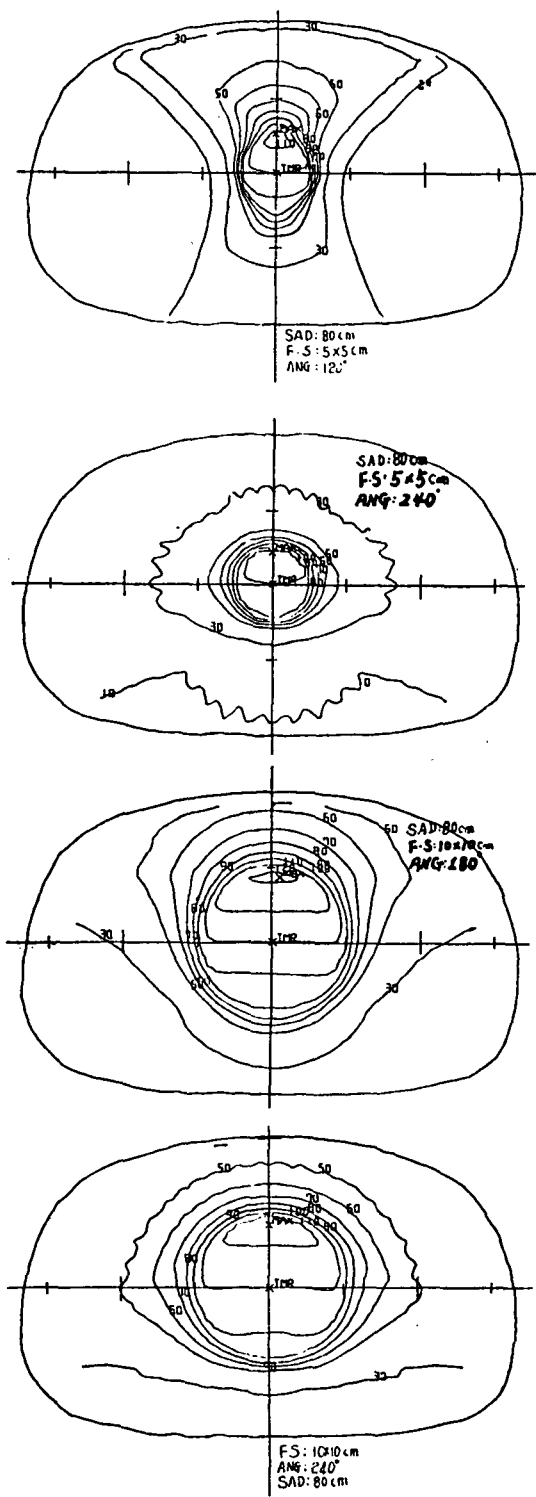


Fig.3. Comparison of rotation isodose curves calculated by Computer

III. 結果 및 考察

放射線 治療를 計劃할때는 여러가지 조건을 考慮하지 않으면 안되나 特히 振子照射 即 部分的 運動照射를 計劃할 때는 回轉照射나 切線照射 때와는 달리 最大線量 中心과 運動중심은 一致하고 있지 않음을 본 연구결과에서 알 수 있었다.

이상의 實驗結果를 종합하여 보면 field size 5x5cm에서 X軸에 대한 等量曲線의 最大線量中心은 그림 4와 같이 각 진자각 공회運動中心에 分布되어 있음을 볼 수 있다. 같은 field size에서 y軸에 대한 等量曲線의 最大線量中心은 그림 5와 같이 진자각이 좁을수록 運動中心에서 멀어짐을 알 수 있었다.

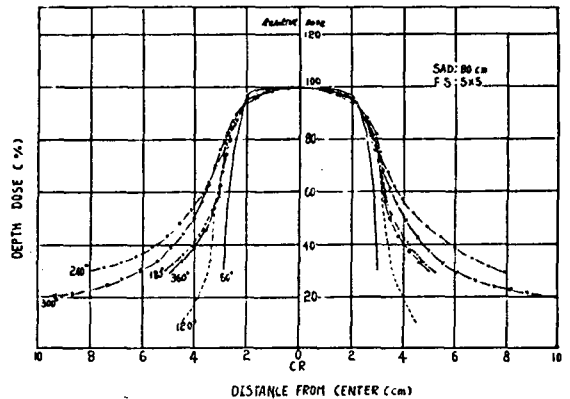


Fig.4. Dose profile of 60° 120° 180° 240° 300° and 360° Rotation with field size 5x5cm (X axis)

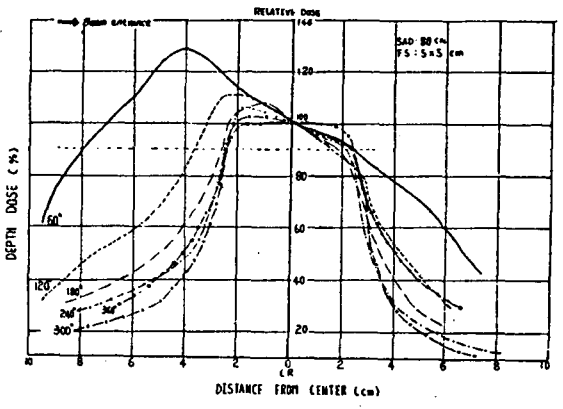


Fig.5. Dose profile of 60° 120° 180° 240° 300° and 360° rotation with field size 5x5cm (Y axis)

또 각 振子角에서 얻은 90% 線量分布를 二等分線上에 縱斷面圖를 각 field size에서 그려 보면 Fig.6.7 과 같이 각 진자각에 따라 90% 等量分布部位가 放射線의 入射 方向으로 얼마나 옮겨 졌는가를 쉽게 알아 볼 수 있다. 또 field

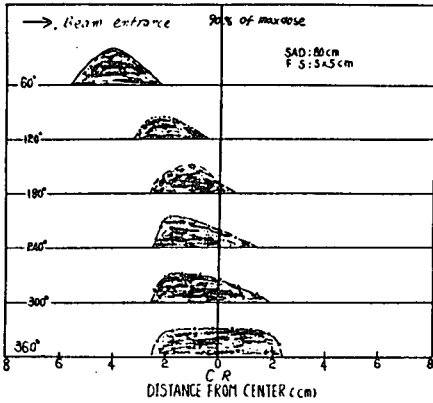


Fig.6. Vertical Section view of bisected dose distribution from 100% at D max to 90% in each angle of field size 5x5 cm

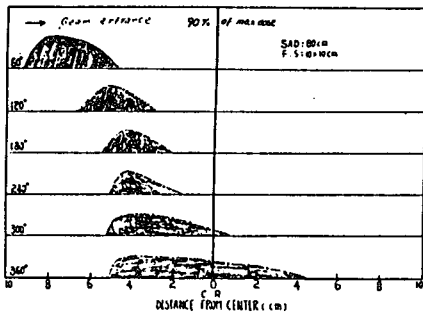


Fig.7. Vertical Section view of bisected dose distribution from 100% at D max to 90% in each angle of field size 10x10 cm

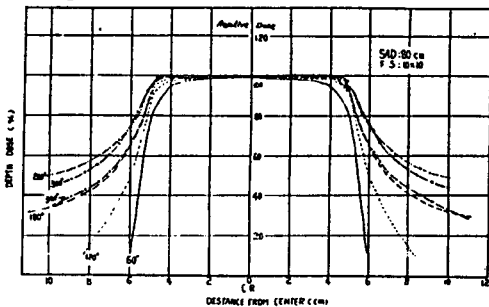


Fig.8. Dose Profile of 60° 120° 180° 240° 300° and 360° rotation with field size 10x10 cm (X axis)

size 10x10 cm에서 X軸의 線量分布는 最大線量中心이 Field size 5x5 cm에서와 같이 운동 중심에 있으나 (Fig.8) Y軸에서 보면 Fig. 9 와 같이 최대線量중심이 Field size가 적을 때 보다 表面으로 크게 이행함을 알 수 있다.

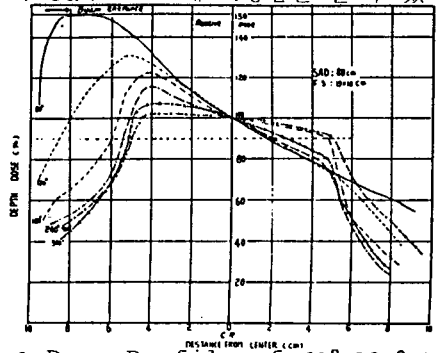


Fig.9. Dose Profile of 60° 120° 180° 240° 300° and 360° rotation with field size 10x10 cm (Y axis)

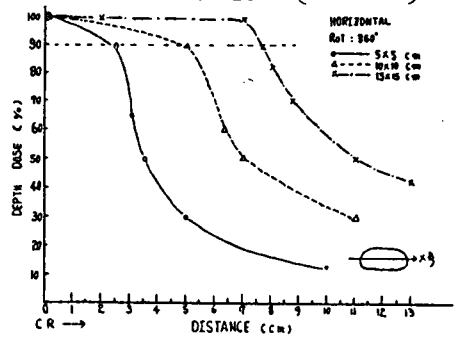


Fig.10. Graph of X-axis at 90% Point in each field size during 360° rotation

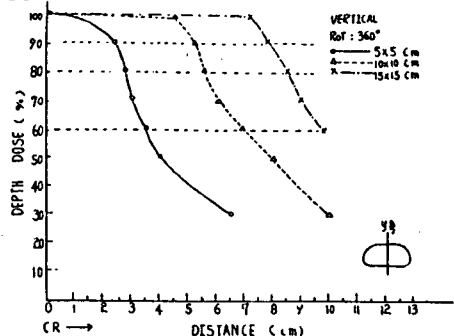


Fig.11. Graph of Y-axis at 90% Point in each field size during 360° rotation

각 Field size에 따른 360° 회전조사에서 90% 分布를 보면 그림 10, 11에서와 같이

Field size $5 \times 5 \text{ cm}$ 에서는 운동중심에서 2.5 cm에 있는 반면 $10 \times 10 \text{ cm}$ Field size가 커진 경우에는 5.5 cm로 떨어진 것을 볼 수 있으며 360° 回轉照射에서 X軸과 Y軸의 90% 80% 50%의 線量分布를 보면 (Fig 12.13) X軸은

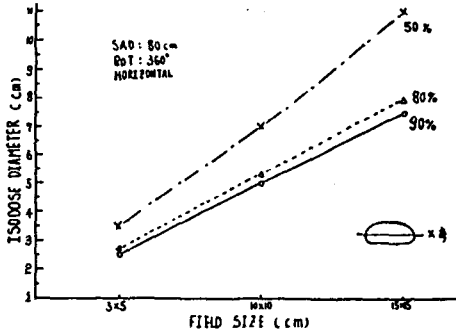


Fig.12. Comparison of dose distribution at 90% 80% and 50% in X-axis during 360° rotation

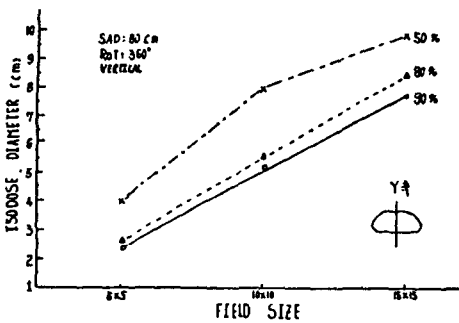


Fig.13. Comparison of dose distribution at 90% 80% and 50% in Y-axis during 360° Rotation

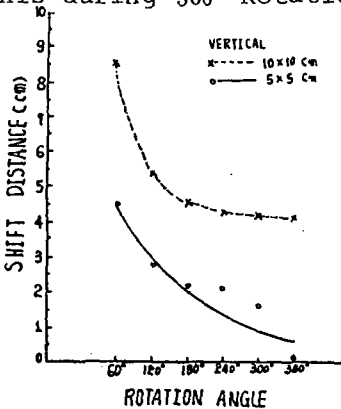


Fig.14. Displacement of maximum dose from the center of Rotation in different angles.

直線을 이루나 Y軸은 Field size $10 \times 10 \text{ cm}$ 에서 50%의 分布가 약간 감소함을 볼 수 있으며 이는 body sloping에 의한 감소임을 알 수 있었다.

각 振子角에 따른 最大線量中心의 移動關係를 圖表로 나타내 보면 Fig14와 같은 연결曲線을 얻을 수 있으며 Field size를 變化시켰을때 最大線量中心의 移動狀態를 運動中心에서부터 shift Distance로 表示해 보면 Table.1과 같다.

Table 1. Distance in cm from of 60° 120° 180° 240° 300° and 360° rotation to maximum point with field size $5 \times 5 \text{ cm}$ and $10 \times 10 \text{ cm}$

F.S. (cm) \ R.A. ($^\circ$)	5×5	10×10
60°	4.5 cm	8.6 cm
120°	2.8	5.5
180°	2.4	4.5
240°	2.2	4.4
300°	1.2	4.3
360°	0	4.2

即 field size $5 \times 5 \text{ cm}$ 진자각 60° 에서 4.5cm 120° 에서 2.8cm 240° 에서 2.2cm 移動되었고 Field size $10 \times 10 \text{ cm}$ 에서 60° 진자각은 8.6cm 120° 에서 5.5 cm 300° 에서 4.3cm

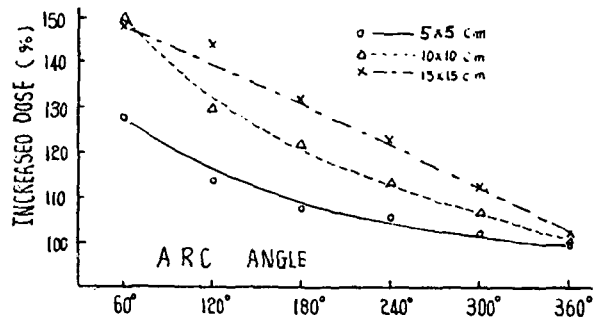


Fig.15. Comparison of maximum dose distribution of field size, $5 \times 5 \text{ cm}$, $10 \times 10 \text{ cm}$ and $15 \times 15 \text{ cm}$ in each angle

로 Field size가 크면 최대선량중심은 운동중심에서 멀어짐을 알수 있다.

각 Field size 와 振子角에 따른 最大線量率을 보면 Fig 15과 같이 Field size 10×10 cm, 진자각 60°에서 150 %의 최대선량율을 얻을 수 있다.(Table 2)

Table 2. Maximum dose of the various maximum isodose points when center of full rotations placed as 100%

Max. Dose of Isodose Point

F.S(cm) R.A(°)	5 × 5	10 × 10
60°	128 %	150 %
120°	114	130
180°	108	122
240°	106	114
300°	102	107
360°	100	101

이상의 결과로 보아 振子角과 Field size를 고려하지 않고 治療計劃을 세운다면 병소부위에 최대선량이 分布되지 않는 경우가 있게 된다. 治療部位에 最大線量을 주기 위해서는 진자각과 Field size의 변화를 고려함이 보다 效果的인 治療方法임을 본 實驗을 통하여 입증되었다.

IV. 結 論

Field size가 크고 振子角이 좁을수록 最大線量中心은 放射線의 入射방향으로 移行함을 알 수 있으며 조사야가 좁고 진자각이 클수록 最大線量中心은 運動中心에 가까워진다. 360° 回轉照射에서 조사야가 적을수록 최대선량중심은 운동중심으로 移動한다. 실제로 임상에서 진자조사를 응용할 경우 병소부위에 最大線量을 주기 위해서

는 運動中心을 병소중심 보다 깊게 해야 하며 병소부위가 중심에 위치하지 않을 경우 그 깊이에 따라 振子照射 條件을 맞추어 주면 좋은 治療計劃이 될 것이다.

References

- Haynes, R.H. and Froese, G.: Idealized body contours in rotation dosimetry, Acta Radiol. 48 (1957), 209-226.
- Jacobson, L.E., Koeck, G.P., Hillsinger, W.R., and Schwarz, M.E.: Co-60 isodose curves for 240° rotation showing displacement of the center of dose from the center of rotation, Radiology 77 (1961), 66-76.
- Jahns, H.E., Morrison, M.T., and Whitmore, G.F.: Dosage calculations for rotation therapy with special reference to cobalt 60, Amer. J. Roentgenol. 75 (1956), 1105-1116.
- Tsien, K.C., Cunningham, J.R., and Wright, D.J.: Effects of different parameters on dose distributions in cobalt 60 planar rotation, Acta Radiol. Ther. Phys. Biol. 4 (1966), 129-154.
- Johns, H.E.: Physical aspects of rotation therapy, Amer. J. Roentgenol. 79 (1958), 373-381.
- Jones, D.E.A., Gregory, C., and Birchall, I.: Dosage distribution in rotational cobalt 60 therapy, Brit. J. Radiol. 29 (1956), 196-201.
- MacDoand, J.C.: Simplified techniques in the employment of a rotational cobalt-60 beam therapy unit, Amer. J. Roentgenol. 86 (1961), 730-736.
- Quimby, E.H., and Coben, B.S.: Effects of radiation quality, target-axis distance, and field size on dose distribution in rotation therapy. Amer. J. Roentgenol. 78 (1957), 819-830.
- Wheatley, B.M.: A method of dose calculation with applications to moving field therapy, Brit. J. Radiol. 28 (1955), 566-573.

10. Witcofski, R.L., and Meschan, I.: An analysis of isodose patterns obtained with 180 degree rotation of a telecobalt unit, 60 cm source to center of rotation distance, *Amer. J. Roentgenol.* 85 (1961), 919-925.
11. Braestrup, C.B., and Mooney, R.T.: Physical aspects of rotating telecobalt equipment, *Radiology* 64 (1955), 17-28.